

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3. 1 Definisi Operasional

Pada penelitian ini, definisi operasional dari kata kunci yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### 1. Sampah

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Dalam penelitian ini sampah adalah obyek utama yang akan dikaji oleh peneliti.

#### 2. Pengangkutan Sampah

Kegiatan membawa sampah dari lokasi tempat pembuangan sampah sementara (TPS) atau langsung dari sumber sampah menuju tempat pembuangan akhir (TPA) menggunakan peralatan truk pengangkut. Evaluasi yang dilakukan oleh peneliti berkaitan dengan sistem pengangkutan sampah, apakah sudah efektif dan efisien atau belum.

#### 3. Rute Pengangkutan

Jaringan jalan atau ruas jalan yang dilalui angkutan umum untuk mencapai suatu titik tujuan dari titik asal. Kendaraan pengangkut sampah akan melewati rute dari TPS menuju TPA. Rute pengangkutan akan berpengaruh terhadap tingkat efisiensi dari sistem pengangkutan dengan melihat biaya yang dikeluarkan dan waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan pengangkut.

#### 4. Efektifitas

Efektifitas berarti sejauh mana kita mencapai sasaran. Dalam sistem pengangkutan sampah, dikatakan efektif apabila sudah mencapai sasaran atau sesuai dengan peraturan yang ada.

### 3. 2 Jenis Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu mengevaluasi sistem pengangkutan sampah dan mengetahui rute alternatif yang paling efektif dan efisien, jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif-evaluatif. Penelitian secara deskriptif

hanya terdapat pada penjabaran kondisi eksisting sistem pengangkutan sampah yang berada di TPS Kecamatan Lowokwaru. Sedangkan penelitian evaluatif dalam studi ini berupa evaluasi sistem persampahan yang bertujuan untuk menentukan rute pengangkutan yang paling efektif dan efisien.

### 3. 3 Variabel Penelitian

Dilihat dari tujuan penelitian, peneliti ingin mengetahui sistem pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru menuju TPA Supit Urang dan skenario rute efektif dan efisien. Berdasarkan teori dan beberapa pandangan dari hasil studi yang pernah dilakukan, maka ditetapkan variabel yang akan dibahas dan diteliti dalam penelitian adalah sebagai berikut :

**Tabel 3. 1 Variabel Penelitian**

Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Parameter	Dasar Teori
Mengidentifikasi kondisi karakteristik sistem pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru.	Pola Pengangkutan Sampah	• Houled Container System (HCS)	• Proses pengangkutan yang dilakukan oleh truk pengangkut sampah dari TPS ke TPA	<b>Permen PU No 3 Tahun 2013</b>
		• Stationary Container System (SCS)		
	Jenis Peralatan atau Sarana pengangkutan	• Peralatan pengangkutan	• Penutup bak truk sampah • Tinggi bak truk sampah • Kondisi bak truk sampah • Keberadaan alat pengungkit	
		• Sarana Penangkutan	• Jenis truk sampah • Jumlah truk sampah • Kapasitas truk sampah	
Rute Pengangkutan	Hirarki Jalan	• Hirarki jalan yang dilalui oleh truk pengangkut dari TPS ke TPA		
	Jarak	• Kilometer jarak tempuh yang dilalui oleh truk pengangkut dari TPS ke TPA		
Operasional pengangkutan	Pola pengangkutan	• Pola pengangkutan	• Proses pengangkutan yang dilakukan oleh truk pengangkut sampah dari TPS ke TPA	
		• Alat angkut	• Keberadaan alat angkut	
		• Personil	• Jumlah personil pengangkutan sampah	
		• Lokasi TPS	• Jarak lokasi TPS menuju TPA	
Aspek Pembiayaan	Biaya Investasi Biaya Operasional	• Biaya Investasi	• Harga truk pengangkut sampah	
		• Biaya Operasional	• Biaya bahan bakar kendaraan • Biaya pemeliharaan • gaji petugas kebersihan	
Mengukur nilai efektifitas sistem pengangkutan sampah di TPS	Efektifitas	Sasaran	• Sisa Sampah di TPS • Jadwal ritasi pengangkutan sampah	<b>Sukanto Reksohadiprodjo (1997)</b>

Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Parameter	Dasar Teori
Kecamatan Lowokwaru.				
Menentukan rute tercepat pengangkutan sampah dari TPS Lowokwaru menuju TPA Supiturang.	Rute Tercepat	Jarak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titik lokasi TPS</li> <li>• Titik Lokasi TPA</li> </ul>	<b>Fitrianingsih (2008)</b>
		Jaringan jalan	• Peta jaringan jalan	
		Waktu tempuh	• Kecepatan tiap ruas jalan	
Menghitung manfaat ekonomi dan lingkungan akibat perubahan rute pengangkutan sampah	Ekonomi	Biaya bahan bakar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selisih Km rute eksisting dengan rute tercepat berdasarkan <i>network analyst</i></li> </ul>	<b>Permen PU No 3 Tahun 2013</b>
	Lingkungan	Emisi Gas		

### 3. 4 Populasi dan Sampel

Metode sampel adalah mengumpulkan data dan informasi melalui sebagian kecil obyek pengamatan yang merupakan bagian dari populasi keseluruhan. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*. Menurut Nasution (2004), *sampling yang purposive* adalah sampel yang dipilih dengan cermat hingga relevan dengan desain penelitian. Peneliti akan berusaha agar dalam sampel itu terdapat wakil-wakil dan segala lapisan populasi. Sugiyono (2010) menyatakan bahwa *sampling purposive* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu.

Menurut Nasution (2004), keuntungan *purposive sampling* adalah sampel tersebut dipilih sedemikian rupa sehingga sesuai dengan desain penelitian, mudah dan murah untuk dilaksanakan. Kelemahan *purposive sampling* adalah bahwa tidak ada jaminan sepenuhnya bahwa sampel itu representatif, seperti halnya sampel acak atau random. Kriteria yang digunakan atas dasar pertimbangan peneliti harus didasarkan atas pengetahuan yang mendalam tentang populasi agar dapat dipertanggungjawabkan. Sekalipun demikian, pertimbangan ini tidak bebas dari unsur subjektifitas. Salah satu kelemahan lain adalah bahwa dalam setiap *sampling* yang acak atau random tidak memberi kesempatan yang sama untuk dipilih kepada semua anggota populasi serta tidak dapat dipakai pengeolahan statistik guna mengambil kesimpulan.

#### A. Sampel terhadap TPS

Terdapat 17 TPS di Kecamatan Lowokwaru yang dikelola oleh pihak Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang dan juga Dinas Pasar Kota Malang. Sampel TPS

yang menjadi obyek dalam penelitian ini adalah TPS yang dikelola oleh pihak DKP dengan jenis TPS Umum. TPS yang dijadikan sampel tersebut adalah :

1. TPS Tunggulwulung
2. TPS Merjosari
3. TPS Tlogomas
4. TPS Dinoyo dan Ketawanggede
5. TPS Sumbersari
6. TPS Menjing
7. TPS Tunjungsekar
8. TPS Borobudur
9. TPS Tawangmangu
10. TPS Tasikmadu I
11. TPS Tasikmadu II
12. TPS Joyogrand

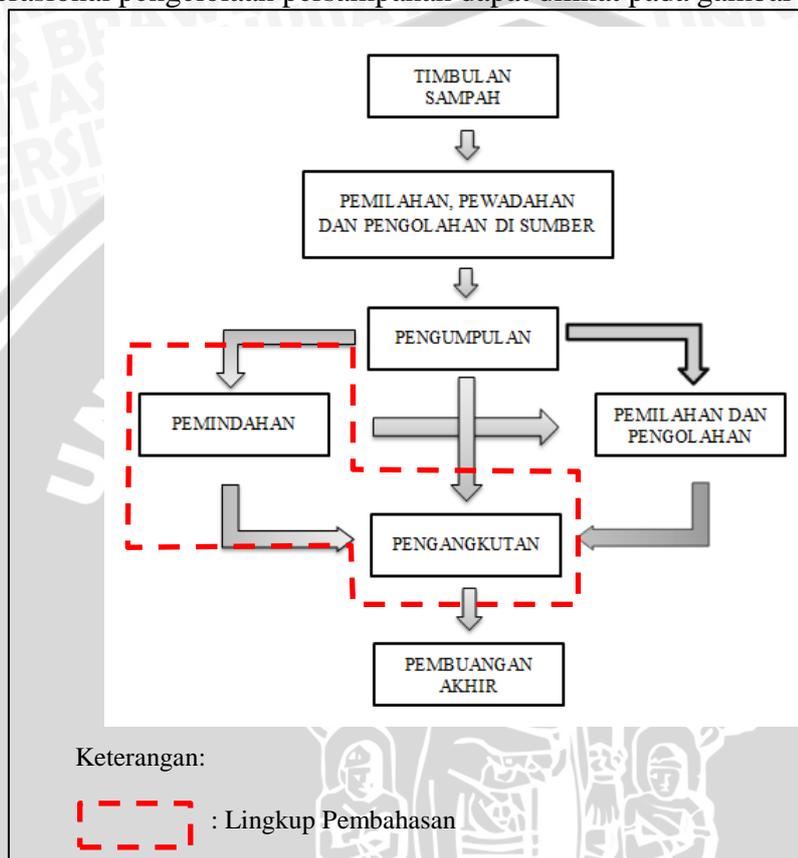
**B. Sampel terhadap responden AHP**

Jumlah responden AHP sebanyak 5 orang yang berasal dari instansi terkait yaitu Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang dan institusi pendidikan. Pemilihan responden dalam metode AHP ini berdasarkan jabatan dan juga pengetahuan yang paham mengenai sistem pengangkutan sampah, terutama di Kecamatan Lowokwaru. Pakar yang diambil dalam metode AHP ini yaitu :

1. **Drs. Totok Sapto M**, beliau sekarang bekerja di Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang dan menjabat sebagai Kasie Pengangkutan Sampah.
2. **Roni Kuncoro**, beliau sekarang bekerja di Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang dan menjabat sebagai Kabid Kebersihan dan Retribusi.
3. **Dr. Ir. Arief Rachmansyah**, beliau merupakan Dosen Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang. Beliau merupakan ahli dalam bidang transportasi.
4. **Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng., Ph.D**, beliau merupakan Dosen Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang. Beliau merupakan ahli dalam bidang transportasi.
5. **Dr. Drs. Burhamtoro, ST., MT**, beliau merupakan Dosen Politeknik Negeri Malang. Beliau juga pernah meneliti mengenai sistem pengangkutan sampah di Kota Malang.

### 3. 5 Lingkup Pembahasan

Pengelolaan sampah perkotaan selalu mengacu pada SNI 19-2454-2002 mengenai Tata Cara Teknik Operasional Sampah Perkotaan. Teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan yang terdiri dari kegiatan pewadahan sampai dengan pembuangan akhir sampah harus bersifat terpadu dengan melakukan pemilahan sejak dari sumbernya. Skema teknik operasional pengelolaan persampahan dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3. 1 Lingkup Pembahasan Penelitian**

Berdasarkan diagram diatas dapat dilihat bahwa teknik operasional pengelolaan sampah berbeda-beda polanya, ada yang dari pengumpulan langsung diangkut menuju TPS, ada juga yang melalui proses pemindahan dan ada juga yang terdapat pemilahan atau pengolahan terlebih dahulu. Maksud dari mencantumkan teknik pengelolaan sampah disini adalah untuk mengetahui batas lingkup pembahasan materi dalam penelitian ini. Batas lingkup materi yang dibahas dalam penelitian ini yaitu pada proses pemindahan dan pengangkutan. Untuk proses pemindahan yaitu proses pemindahan dari TPS menuju bak truk pengangkut sampah. Sedangkan untuk proses pengangkutan dimulai dari berangkatnya truk sampah dari pool truk hingga kembali lagi ke pool setelah proses pengangkutan berakhir.

### 3. 6 Metode Pengumpulan Data

Penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan data dan informasi yang diperlukan serta berhubungan dengan hal yang akan ditulis. Untuk mengumpulkan data serta informasi yang diperlukan oleh penulis menggunakan survey primer dan survey sekunder.

#### 3.6. 1 Survey Primer

Survei primer dilakukan untuk mengetahui kondisi/eksisting dilapangan terkait permasalahan yang akan diteliti. Survey primer yang dilakukan dalam penelitian antara lain:

##### 1. Wawancara

Pengumpulan data dengan cara mengadakan tanya jawab langsung kepada orang-orang yang dianggap dapat memberikan penjelasan langsung ataupun data sebagai pelengkap penulisan ini. Percakapan dilakukan oleh dua pihak, yaitu pewawancara (interviewer) yang mengajukan pertanyaan dan terwawancara (interviewee) yang memberikan jawaban atas pertanyaan. Sedangkan menurut Esterberg (2002) dalam Sugiyono (2008:72) mengungkapkan wawancara adalah merupakan pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu.

Untuk mendapatkan informasi dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan staf atau pegawai Dinas Kebersihan dan Pertamanan dan beberapa petugas kuning serta sopir truk pengangkut sampah di TPS Lowokwaru yang sekiranya dapat membantu memberikan informasi. Wawancara dalam penelitian ini menggunakan metode wawancara semi terstruktur. Pelaksanaan wawancara semiterstruktur merupakan jenis wawancara yang lebih bebas untuk menentukan permasalahan secara lebih terbuka. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk memperoleh data yang diperlukan, dimana pihak yang diajak wawancara diminta pendapat, tentang permasalahan dalam sistem pengangkutan sampah.

##### 2. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung atau peninjauan secara cermat dan langsung di lapangan atau lokasi penelitian. Observasi menurut Raco (2010:112) adalah bagian dalam pengumpulan data. Observasi berarti mengumpulkan data langsung dari lapangan. Adapun menurut Sutrisno Hadi (1987) dalam Andi Prastowo (2010:27) mengartikan observasi adalah sebagai pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap suatu gejala yang tampak pada objek penelitian.

Observasi dalam penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan di TPS-TPS Kecamatan Lowokwaru terkait sistem pengangkutan sampah. Observasi yang dilakukan meliputi kondisi TPS, kondisi peralatan dan sarana pengangkutan sampah serta kondisi jalan yang dilalui oleh truk pengangkut sampah. Selain itu observasi juga dilakukan dengan mengikuti truk pengangkut sampah dari TPS menuju TPA untuk mengetahui kecepatan rata-rata truk pengangkut sampah. Data kecepatan rata-rata tersebut akan digunakan dalam perhitungan *network analyst* untuk penentuan rute tercepat dari TPS di Kecamatan Lowokwaru menuju TPA.

### 3.6. 2 Survey Sekunder

Survei sekunder merupakan metode pengumpulan data dari instansi pemerintah maupun instansi terkait. Hasil yang diharapkan dari data sekunder ini adalah berupa uraian, data angka, atau peta mengenai keadaan wilayah studi. Selain itu survei sekunder juga didapat dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Survey sekunder dalam penelitian ini berupa literatur maupun dokumen atau kebijakan dari sebuah instansi/dinas pemerintahan daerah Kota Malang.

#### 1. Studi Kepustakaan

Teknik ini dilakukan dengan studi kepustakaan dari jurnal, buku-buku, serta studi-studi terdahulu yang memiliki kaitan dengan sistem pengangkutan sampah. Informasi didapat melalui media cetak seperti surat kabar dan media elektronik seperti internet yang berkaitan dengan definisi operasional penelitian sistem pengangkutan sampah.

#### 2. Instansi/lembaga

Pengumpulan data melalui survey sekunder ke instansi terkait yang berhubungan dengan objek penelitian yaitu Dinas Kebersihan dan Pertanaman dan Badan Pusat Statistik Kota Malang. Data tersebut berupa jumlah timbulan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru, jumlah truk pengangkut sampah dan data lain terkait sistem pengangkutan sampah. Data-data tersebut digunakan sebagai masukan dalam analisis yang dilakukan dalam penelitian ini.

### 3. 7 Asumsi Penelitian

Asumsi dalam konteks penelitian diartikan sebagai anggapan dasar, yaitu suatu pernyataan atau sesuatu yang diakui kebenarannya atau dianggap benar tanpa harus dibuktikan terlebih dahulu. Asumsi penelitian merupakan anggapan-anggapan dasar tentang suatu hal yang dijadikan dasar berfikir dan bertindak dalam melaksanakan penelitian. Dalam penelitian ini terdapat beberapa asumsi, diantaranya :

- a. Untuk tujuan pengangkutan sampah didapatkan dari hasil wawancara dengan petugas DKP yaitu Bapak Totok Sapto selaku Kasie Pengangkutan di DKP Kota Malang yang menyebutkan bahwa tujuan dari pengangkutan sampah yaitu tidak adanya sisa sampah di TPS setelah ritasi pengangkutan terakhir. Tujuan ini akan digunakan untuk penentuan keefektifitasan dalam pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru.
- b. Untuk penentuan besar kecepatan tiap ruas jalan yang dilalui kendaraan truk pengangkut sampah tidak melihat hambatan samping. Kecepatan truk pengangkut untuk tiap ruas jalan didapatkan dari hasil survey primer dengan cara mengikuti truk pengangkut sampah pada saat proses pengangkutan dari TPS menuju TPS Supiturang. Kecepatan tersebut kemudian di-rata-rata dan diasumsikan sama untuk semua jenis kelas jalan yang dapat dilalui oleh truk pengangkut dari TPS menuju TPA. Kecepatan rata-rata yang didapatkan dari hasil survey yaitu 31 Km/jam.
- c. Berdasarkan hasil wawancara dengan sopir truk pengangkut sampah di semua TPS di Kecamatan Lowokwaru, diasumsikan bahwa untuk 1 liter solar dapat menempuh jarak rata-rata sepanjang 1,83 Km.
- d. Asumsi terkait manfaat lingkungan didapatkan dari Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara terkait jumlah polutan yang dihasilkan dalam setiap 1 Km jarak tempuh truk dengan bahan bakar solar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perhitungan manfaat lingkungan tabel 3.3.

### **3. 8 Metode Analisis**

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian di Kecamatan Lowokwaru Kota Malang ini yaitu dengan mendeskripsikan kondisi eksisting dan hasil evaluasi berdasarkan Lampiran II Permen PU No 3 Tahun 2013 tentang Proses Pengangkutan Sampah, analisis efektifitas, *network analyst* untuk penentuan rute optimal serta perhitungan manfaat ekonomi dan lingkungan akibat perubahan rute.

#### **3.8. 1 Analisis Kinerja Pengangkutan Sampah**

Analisis kinerja pengangkutan sampah digunakan untuk mengevaluasi kinerja proses pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru. Metode analisis yang digunakan yaitu dengan menjabarkan kondisi eksisting proses pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru ditambahkan dengan foto dan juga analisis. Kemudian hasil

identifikasi tersebut dianalisis kesesuaiannya berdasarkan Permen PU No 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah tangga dan sampah Jenis Rumah Tangga. Berdasarkan Lampiran II Permen PU No 3 Tahun 2013 tentang Proses Pengangkutan Sampah, kegiatan pengangkutan harus mempertimbangkan lima hal, yaitu:

#### **A. Pola pengangkutan**

Pola pengangkutan disini dimaksudkan untuk mengetahui pola yang digunakan di TPS Kecamatan Lowokwaru. Terdapat dua pola pengangkutan menurut Permen PU No 3 Tahun 2013, yaitu pola sistem kontainer angkat (*Hauled Container System=HCS*) dan sistem kontainer tetap (*Stationary Container System=SCS*). Sistem kontainer tetap dapat dilakukan secara mekanis maupun manual. Sistem mekanis menggunakan *compactor truck* dan kontainer yang kompetibel dengan jenis truknya. Sedangkan sistem manual menggunakan tenaga kerja dan kontainer dapat berupa bak sampah atau jenis penampungan lainnya.

Penggunaan pola pengangkutan ini juga akan berpengaruh dalam perhitungan penting dalam proses pengangkutan sampah. Berdasarkan survey pendahuluan yang sudah dilakukan oleh peneliti, pola pengangkutan yang ada di TPS Lowokwaru merupakan jenis Sistem Kontainer Angkat (*Hauled Container System=HCS*)

#### **B. Peralatan atau sarana pengangkutan**

Peralatan disini merupakan alat-alat yang digunakan dalam proses pemindahan dari TPS menuju bak truk, sedangkan sarana pengangkutan yaitu truk pengangkut sampah. Peneliti akan mengamati keberadaan alat-alat pengangkutan yang terdapat di TPS Kecamatan Lowokwaru terkait kelengkapan dan kondisi peralatan untuk pengangkutan sampah. Sarana pengangkutan yang digunakan juga harus sesuai dengan ketentuan yang ada di Permen PU No 3 Tahun 2013.

Efisiensi dari sarana pengangkutan sampah disebutkan dalam Permen PU No 3 Tahun 2013, bahwa untuk ritasi kendaraan jenis *dump truck* bisa dikatakan efisien apabila jumlah ritasi minimal 3 kali per hari dengan jumlah awak/personil maksimum 3 orang. Sedangkan untuk kendaraan jenis *arm roll truck* disebutkan bahwa dapat dikatakan efisien apabila jumlah ritasi minimal 5 kali per hari dengan jumlah awak/personil 1 orang.

#### **C. Rute pengangkutan**

Rute pengangkutan dibuat agar pekerja dan peralatan dapat digunakan secara efisien. Proses penentuan rute optimal dapat dilakukan berdasarkan jarak tempuh terpendek dan waktu tempuh tercepat. Sebuah rute perjalanan yang ditentukan

berdasarkan jarak tempuh terpendek belum tentu menghasilkan waktu tempuh yang tercepat karena terdapat faktor kepadatan jalan yang dapat menghambat perjalanan tersebut. Sebaliknya, sebuah rute yang memiliki jarak lebih jauh dapat ditempuh dalam waktu yang lebih cepat daripada rute terpendek yang ada karena jalur tersebut tidak memiliki kepadatan yang tinggi.

#### **D. Operasional pengangkutan**

Operasional pengangkutan berkaitan dengan pola pengangkutan yang digunakan, alat angkut yang digunakan, jumlah personil dan juga lokasi TPS. Berdasarkan Permen PU No 3 Tahun 2013 Operasional untuk sistem kontainer angkat (HCS) tipe 1 yaitu :

1. *Arm roll truck* disiapkan sesuai ketentuan
2. *Arm roll truck* menuju ke lokasi kontainer 1 sesuai rencana
3. *Arm roll truck* mengangkat kontainer 1 dan membawanya ke TPA untuk dibongkar
4. *Arm roll truck* mengembalikan kontainer 1 ke lokasi semula setelah sebelumnya dicuci terlebih dahulu
5. *Arm roll truck* berpindah ke lokasi kontainer 2 dan mengangkatnya ke TPA.

Demikian seterusnya sampai seluruh rute diselesaikan dan *arm roll truck* kembali ke pool setelah dicuci.

#### **E. Aspek pembiayaan**

Berdasarkan Permen PU No 3 Tahun 2013 aspek pembiayaan pengangkutan sampah terdiri atas :

1. Biaya investasi : sarana yang dibutuhkan untuk pengangkutan seperti truk sampah yang digunakan.
2. Biaya operasional : operasi dan pemeliharaan pengangkutan sampah.

Langkah perhitungan biaya pengangkutan adalah:

1. Tentukan terlebih dahulu berdasarkan harga HSPK setempat
2. Hitung kebutuhan alat angkut dan sarana lain penunjang
3. Hitung operasi dan pemeliharaan juga gaji tenaga kerja

### **3.8. 2 Efektifitas Pengangkutan Sampah**

Untuk menilai efektifitas pengangkutan sampah di TPS Lowokwaru menggunakan teori dari Sukanto Reksodiprodjo (1997) dalam Sudarto (2008:56-57) yang menyebutkan bahwa terdapat tiga pendekatan yang dapat digunakan dalam mengukur keefektifan, yaitu : pendekatan sasaran, pendekatan sumber, dan pendekatan proses. Dalam penelitian ini yang digunakan untuk menilai keefektifitasan sistem pengangkutan sampah yaitu menggunakan pendekatan sasaran.

Pendekatan sasaran merupakan pengukuran keefektifan dengan memusatkan perhatian pada aspek output yaitu dengan mengukur keberhasilan organisasi dalam mencapai tingkatan output yang direncanakan. Tujuan dari pengangkutan sampah adalah tidak adanya sisa sampah di TPS. Sisa sampah di TPS dapat menyebabkan masalah kesehatan dan juga bau yang tidak sedap di sekitar TPS yang tentunya dapat mengganggu aktivitas di sekitar TPS. Oleh karena itu untuk menghitung nilai keefektifitasan dalam penelitian ini dengan melihat sisa sampah setiap harinya setelah ritasi terakhir pengangkutan sampah.

Pada TPS yang masih terdapat sisa sampah setiap harinya dapat dikatakan bahwa proses pengangkutan belum berjalan secara efektif. Sedangkan untuk menghitung persentase efektifitas keseluruhan TPS dihitung dengan cara membagi jumlah TPS efektif kemudian dibagi dengan jumlah total TPS dan dikalikan 100%.

### 3.8.3 *Network analyst*

Penggunaan *Network analyst* dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui rute optimal yang dapat di tempuh dari TPS-TPS yang ada di Kecamatan Lowokwaru menuju TPA Supiturang. Langkah awal yaitu dengan pengisian atribut jalan berupa kecepatan kendaraan dan juga panjang tiap ruas jalan. Kecepatan kendaraan didapatkan dengan cara mengikuti truk pengangkut sampah dari TPS-TPS di Kecamatan Lowokwaru menuju ke TPA Supiturang. Kecepatan tersebut kemudian dicari nilai rata-rata dan dimasukkan ke atribut kecepatan di masing-masing ruas jalan. Sedangkan untuk panjang ruas jalan bisa didapatkan dari file shp jalan Kota Malang.

Selanjutnya terdapat dua tahapan yang harus dilakukan untuk menentukan rute tercepat. tahapan tersebut adalah membuat file *network dataset* dan analisis rute tercepat pada *network analyst*.

1. Membuat file *network dataset*

File yang akan dibuat *network dataset* disini adalah *shapefile* jaringan jalan Kota Malang. File *network dataset* merupakan file yang digunakan untuk melakukan analisa *network analyst* menggunakan software ArcGis.

2. Analisis rute tercepat

Cara yang dilakukan untuk mendapatkan rute tercepat yaitu dengan memberikan titik lokasi awal perjalanan yaitu salah satu lokasi TPS di Lowokwaru dan titik akhir yaitu TPA Supiturang. Software ArcGis akan secara otomatis memilih rute tercepat yang dapat ditempuh berdasarkan atribut waktu tempuh tiap ruas jalan yang telah dibuat sebelumnya.

### 3.8.4 Manfaat Ekonomi dan Lingkungan

Hasil dari *network analyst* menunjukkan adanya perbedaan selisih jarak tempuh dibandingkan dengan rute eksisting. Selisih jarak ini lah yang akan dihitung manfaat ekonomi dan lingkungannya.

#### A. Manfaat Ekonomi

Perhitungan manfaat ekonomi dalam penelitian ini yaitu manfaat yang didapatkan apabila lebih memilih menggunakan rute tercepat berdasarkan *network analyst* jika dibandingkan dengan rute eksisting. Manfaat ekonomi tersebut dilihat dari penggunaan bahan bahan bakar truk pengangkut sampah. Adanya perbedaan jarak tempuh antara rute eksisting dan rute tercepat berdasarkan *network analyst* tentunya mengakibatkan jumlah biaya yang dikeluarkan juga berbeda.

Berdasarkan Permen PU Tentang Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan Tahun 2005 rumus untuk menghitung konsumsi bahan bakar minyak adalah sebagai berikut :

$$BiBBMj = KBBMi \times HBBMj \dots (3 - 1)$$

Dengan pengertian,

**BiBBMj** : Biaya konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan i (Rp/Km)

**KBBMi** : Konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan i (litter/Km)

**HBBMj** : Harga bahan bakar untuk jenis BBM j (rupiah/liter)

**i** : Jenis kendaraan

**j** : Jenis bahan bakar minyak

Perhitungan didasarkan dari asumsi bahwa dalam 1 liter solar dapat menempuh jarak rata-rata 1,83 Km. Angka tersebut didapatkan dari hasil wawancara dengan ke-11 sopir truk pengangkut sampah yang kemudian dirata-rata untuk setiap kilometernya. Asumsi tersebut digunakan karena adanya perbedaan jarak tempuh setiap 1 liternya akibat perbedaan tahun kendaraan. Selanjutnya untuk menghitung manfaat ekonomi akibat perbedaan jarak tempuh dihitung dengan cara melihat perbedaan konsumsi penggunaan BBM tiap bulan dikalikan dengan biaya bahan bakar minyak solar yaitu sebesar Rp. 6.900,00.

#### B. Manfaat lingkungan

Perhitungan manfaat lingkungan dilihat dari jumlah emisi gas yang dikeluarkan oleh truk pengangkut sampah. Untuk menghitung jumlah emisi gas yang dikeluarkan oleh truk pengangkut sampah dari TPS menuju TPA didapatkan dengan mengalikan jarak tempuh rute eksisting dengan rata-rata jumlah emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan truk dengan bahan bakar solar. Nilai rata-rata jumlah emisi gas yang dikeluarkan oleh truk dengan bahan bakar solar didapatkan dari Permen LH No 12 tahun 2010 tentang

Pelaksanaan Pengendalian Pencemara Udara. Jumlah emisi gas yang dikeluarkan oleh truk dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Faktor Emisi Gas Buang Kendaraan untuk Kota Metropolitan dan Kota Besar di Indonesia**

Kategori	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)
Truk	8,4	1,8	17,7

Sumber : Permen LH, 2010

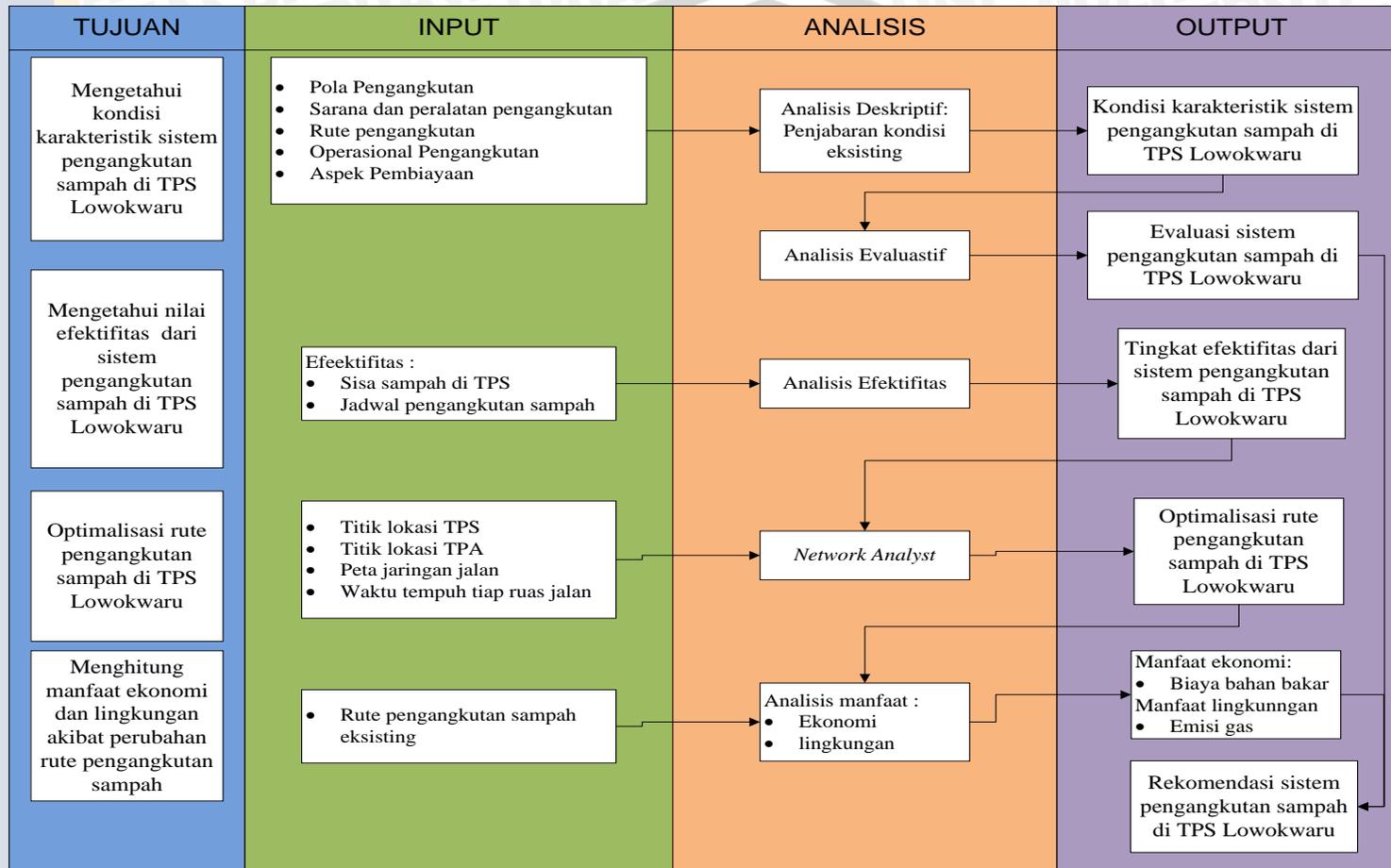
Berdasarkan Permen LH faktor emisi merupakan rerata statistik dari jumlah massa pencemar yang diemisikan setiap satuan aktivitas kegiatan. Estimasi Emisi kendaraan bermotor dilaksanakan dengan satu asumsi bahwa semua aktivitas kendaraan bermotor adalah sama terlepas dari adanya variasi lalu lintas dan cara mengemudi. Faktor emisi didasarkan kepada kecepatan rata-rata dan diasumsikan di daerah perkotaan (Nesamani, et.al, 2006). Menurut Zhongan, et.al (2005) formula dasar untuk mengestimasi emisi dengan memakai emisi faktor adalah sebagai berikut:

$$Emisi \text{ (gram)} = Faktor \text{ Emisi (g/Km)} \times Km \text{ Jarak tempuh (Km)} \dots (3 - 2)$$

Berdasarkan rumus tersebut dapat dihitung perbedaan jumlah emisi gas antara rute eksisting dengan rute tercepat berdasarkan *network analyst*. Faktor emisi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah faktor emisi untuk kendaraan truk di kota besar di Indonesia berdasarkan Permen LH Tahun 2010. Sedangkan kilometer jarak tempuh yang digunakan adalah selisih jarak tempuh rute eksisting dengan rute tercepat berdasarkan *network analyst*.

### 3. 9 Diagram Alir

Diagram alir penelitian ini merupakan gambaran dari langkah-langkah penelitian yang terdiri dari tujuan penelitian, input data yang dibutuhkan, analisis yang digunakan dan output yang dihasilkan. Diagram alir dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir

### 3. 10 Desain Survey

Desain survey merupakan tabulasi dari metode penelitian yang digunakan dengan pedoman dalam pengumpulan data dilapangan, instansi atau literatur, sumber data, metode analisis data, sehingga hasil yang dicapai sesuai dengan tujuan penelitian. Tabel 3.2 berikut merupakan desain survey yang digunakan dalam penelitian.



Tabel 3. 2 Desain Survey

No	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Parameter	Metode Pengumpulan Data	Sumber Data	Teknik Analisis Data	Output	
1.	Mengetahui kondisi karakteristik sistem pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru.	Pola Pengangkutan Sampah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Houled Container System (HCS)</li> <li>Stationary Container System (SCS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pengangkutan yang dilakukan oleh truk pengangkut sampah dari TPS ke TPA</li> </ul>	Survey Primer		Analisis Kinerja Pengangkutan Sampah	Kondisi karakteristik sistem pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru	
			Jenis Peralatan atau Sarana pengangkutan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peralatan pengangkutan</li> <li>Sarana Penangkutan</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>Penutup bak truk sampah</li> <li>Tinggi bak truk sampah</li> <li>Kondisi bak truk sampah</li> <li>Keberadaan alat pengungkit</li> <li>Jenis truk sampah</li> <li>Jumlah truk sampah</li> <li>Kapasitas truk sampah</li> <li>Umur truk sampah</li> </ul>
		Rute Pengangkutan	Hirarki Jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hirarki jalan yang dilalui oleh truk pengangkut dari TPS ke TPA</li> </ul>	Survey Primer dan Survey Sekunder				Peta jaringan jalan
			Jarak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kilometer jarak tempuh yang dilalui oleh truk pengangkut dari TPS ke TPA</li> </ul>					
			Karakteristik wilayah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guna lahan wilayah yang dilewati truk pengangkut</li> </ul>					
		Operasional pengangkutan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pola pengangkutan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pengangkutan yang dilakukan oleh truk pengangkut sampah dari TPS ke TPA</li> </ul>	Survey Primer dan Survey Sekunder				
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Alat angkut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keberadaan alat angkut</li> </ul>					
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Personil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jumlah personil pengangkutan sampah</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lokasi TPS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak lokasi TPS menuju TPA</li> </ul>								
Aspek	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biaya investasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harga truk pengangkut sampah</li> </ul>	Survey Primer dan						

No	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Parameter	Metode Pengumpulan Data	Sumber Data	Teknik Analisis Data	Output
		Pembiayaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya Operasioanl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya bahan bakar kendaraan</li> <li>• Biaya pemeliharaan</li> <li>• gaji petugas kebersihan</li> </ul>	Survey Sekunder			
2.	Mengetahui tingkat efektifitas sistem pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru	Efektifitas	Sasaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sisa sampah di TPS setelah ritasi terkair pengangkutan</li> <li>• Jadwal ritasi penagngkutan</li> </ul>	Survey Primer dan Survey Sekunder		Analisis efektifitas	Tingkat efektifitas sistem pengangkutan sampah di TPS Kecamatan Lowokwaru
3.	Menentukan rute tercepat pengangkutan sampah dari TPS Lowokwaru menuju TPA Supiturang.	Rute Tercepat	<p>Jarak dari TPS ke TPA</p> <hr/> <p>Jaringan jalan</p> <hr/> <p>Waktu tempuh tiap ruas jalan</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titik lokasi TPS</li> <li>• Titik Lokasi TPA</li> <li>• Peta jaringan jalan</li> <li>• Kecepatan tiap ruas jalan</li> <li>• panjang tiap ruas jalan</li> </ul>	Survey Primer dan Survey Sekunder	Peta jaringan jalan	<i>Network analyst</i>	Rute Tercepat dari TPS Lowokwaru menuju TPA Supiturang
4.	Menghitung manfaat ekonomi dan lingkungan akibat perubahan rute pengangkutan sampah	<p>Ekonomi</p> <hr/> <p>Lingkungan</p>	<p>Biaya bahan bakar kendaraan</p> <hr/> <p>Emisi gas buang</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rute pengangkutan sampah eksisting</li> <li>• Rute tercepat berdasarkan <i>network analyst</i></li> </ul>	Hasil Analisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peta rute eksisting</li> <li>• Peta rute tercepat</li> </ul>	Analisis mmanfaat	Manfaat ekonomi dan lingkungan akibat perubahan rute pengangkutan sampah

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

